

P800915 JP/1

D4

FUEL INJECTION METHOD FOR CYLINDER INJECTION TYPE INTERNAL COMBUSTION ENGINE, FUEL INJECTION VALVE, INTERNAL COMBUSTION ENGINE, AND COMBUSTION METHOD

Publication number: JP2000110568

Publication date: 2000-04-18

Inventor: NAKAYAMA YOKO; OSUGA MINORU; NOGI TOSHIJI;
SHIRAISHI TAKUYA; TOKUYASU NOBORU;
SUKEGAWA YOSHIHIRO; KIHARA YUSUKE

Applicant: HITACHI LTD

Classification:

- international: **F02B23/08; F02B17/00; F02B23/10; F02F1/42;
F02M61/18; F02M69/04; F02B3/06; F02B75/12;
F02F1/24; F02B23/08; F02B17/00; F02B23/10;
F02F1/42; F02M61/00; F02M69/04; F02B3/00;
F02B75/00; F02F1/24; (IPC1-7): F02B23/10; F02B23/08;
F02M61/18**

- European: F02B17/00D; F02B23/10S; F02B23/10S2; F02F1/42B;
F02M61/18; F02M61/18C; F02M69/04C3

Application number: JP19980279586 19981001

Priority number(s): JP19980279586 19981001

Also published as:



US6334427 (B1)

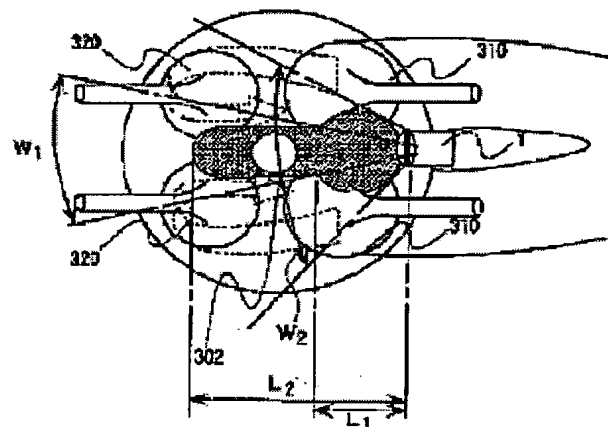
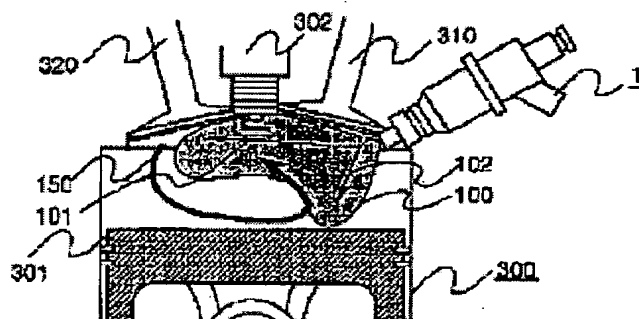
DE19947342 (A)

Report a data error he

Abstract of JP2000110568

PROBLEM TO BE SOLVED: To suppress the adhesion of fuel to a piston to reduce exhaust HC and improve the fuel consumption by generating a swirling flow of air within a combustion chamber, and performing the fuel injection dividedly to a fuel injection with large spray penetration pointing to an ignition plug and a fuel injection with small spray penetration pointing to the piston.

SOLUTION: The piston 301 of an engine 300 is formed into a flat form having no cavity, and the air carried from an intake valve 310 generates a turning flow 150 that is a normal tumble directing to the piston 310 within a combustion chamber. An injection valve 1 is arranged at about 40 deg. from the horizontal between two intake valves 310 of the combustion chamber, and the fuel spray 100 from the injection valve is divided into a fuel spray 101 with large spray penetration pointing to an ignition plug and a fuel spray 102 with small spray penetration pointing to the piston. According to this, a super lean burn operation can be performed while ensuring ignition performance, and the fuel adhesion to the piston 301 can be prevented to reduce exhaust HC and improve the fuel consumption.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

Family list**5 family members for: JP2000110568**

Derived from 4 applications

[Back to JP200](#)

- 1 Fuel injection and combustion process for internal combustion engine, involving moving piston to alter combustion chamber volume, creating air drum motion flow and injecting fuel**
Publication info: DE19947342 A1 - 2000-04-06
- 2 FUEL INJECTION METHOD FOR CYLINDER INJECTION TYPE INTERNAL COMBUSTION ENGINE, FUEL INJECTION VALVE, INTERNAL COMBUSTION ENGINE, AND COMBUSTION METHOD**
Publication info: JP2000110568 A - 2000-04-18
- 3 Fuel injection method of a direct injection type internal combustion engine, a fuel injector, an internal combustion engine, and a combustion method**
Publication info: US6334427 B1 - 2002-01-01
- 4 Fuel injection method of a direct injection type internal combustion engine, a fuel injector, an internal combustion engine, and a combustion method**
Publication info: US6702194 B2 - 2004-03-09
US2002020387 A1 - 2002-02-21

Data supplied from the *esp@cenet* database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-110568

(P2000-110568A)

(43) 公開日 平成12年4月18日 (2000. 4. 18)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F 0 2 B 23/10

23/08

F 0 2 M 61/18

3 1 0

3 4 0

F I

F 0 2 B 23/10

23/08

F 0 2 M 61/18

テーマコード(参考)

D 3 G 0 2 3

M 3 G 0 6 6

Q

3 1 0 B

3 4 0 E

審査請求 未請求 請求項の数13 O L (全 14 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号

特願平10-279586

(22) 出願日

平成10年10月1日 (1998. 10. 1)

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者 中山 容子

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株

式会社日立製作所日立研究所内

(72) 発明者 大須賀 稔

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株

式会社日立製作所日立研究所内

(74) 代理人 100068504

弁理士 小川 勝男

最終頁に続く

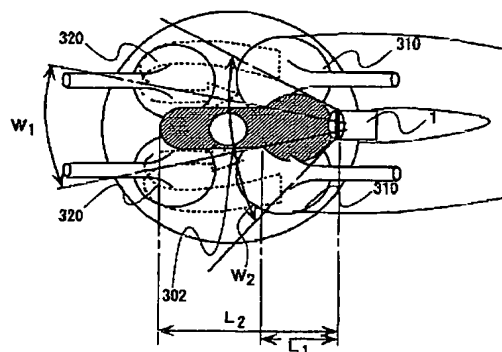
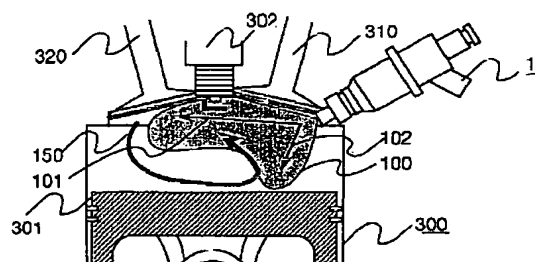
(54) 【発明の名称】 筒内噴射型内燃機関の燃料噴射方法および、燃料噴射弁、内燃機関、燃焼方法

(57) 【要約】

【課題】従来は、キャビティ付ピストンに中空円錐形状の燃料噴霧を衝突させて点火プラグへ燃料噴霧をガイドしていたが、ピストンへの燃料付着による排出HCの低減や成層化不足による燃焼安定性、燃費向上には問題があった。

【解決手段】冷却損失の少ないフラットピストンを用いて燃焼室を形成し、そこに順タンブルを生成させる。燃料噴霧は旋回微粒化式燃料噴射弁の先端にスプリックを噴口中心からオフセットさせて設け噴霧を貫通力大と小に分割し、貫通力大は点火プラグ付近へ向けて噴射する。これによりピストンへの燃料付着を低減でき、排出HCの低減および燃費の向上を図ることができる。

図 1



【特許請求の範囲】

【請求項1】ピストンにより燃焼室の容積を変化させ、前記燃焼室内に空気の旋回流を発生させ、燃料噴射を貫通力大の燃料噴霧と貫通力小の燃料噴霧とに分割し、

前記貫通力大の燃料噴霧を点火プラグ方向へ向けて、前記貫通力小の燃料噴霧を前記ピストン方向へ向けて直接前記燃焼室内に燃料を噴射する筒内噴射型内燃機関の燃料噴射方法。

【請求項2】請求項1において、前記空気の旋回流は順タンブルであり、この順タンブルによって前記ピストンの方向から前記貫通力小の燃料噴霧を巻き上げ、前記点火プラグへ搬送することを特徴とする筒内噴射型内燃機関の燃料噴射方法。

【請求項3】端部に燃料噴口を有する燃料通路と、燃料通路の途中に設けられた弁座と、この弁座と協動して、前記燃料通路を開閉する弁体と、前記弁体と弁座との間を通る燃料に旋回力を与える旋回素子と、前記燃料噴口部に前記燃料噴口の中心から偏心した位置にスプリッタを備えた燃料噴霧分割手段とを有する筒内噴射型燃料噴射弁。

【請求項4】端部に燃料噴口を有する燃料通路と、燃料通路の途中に設けられた弁座と、この弁座と協動して、前記燃料通路を開閉する弁体と、前記弁体と弁座との間を通る燃料に旋回力を与える旋回素子と、前記燃料噴口部にその燃料噴口に対向する部分が非等辺の山形に形成されているスプリッタを備えた燃料噴霧分割手段とを有する筒内噴射型燃料噴射弁。

【請求項5】端部に燃料噴口を有する燃料通路と、燃料通路の途中に設けられた弁座と、この弁座と協動して、前記燃料通路を開閉する弁体と、前記燃料噴口部に設けられ、前記燃料噴口より大径の孔を有する燃料拡大手段と、前記燃料拡大手段の下流に設けられ、スリット状の孔を有する燃料案内手段と、前記燃料案内手段の下流に設けられ、前記燃料案内手段の前記スリット状の孔に対して直角に設けられた第1のスリット状の孔と前記第1のスリット状の孔と平行で前記第1のスリット状の孔より幅の大きな第2のスリット状の孔を備えた燃料噴霧手段とを有する筒内噴射型燃料噴射弁。

【請求項6】請求項3において、前記スプリッタは円柱又は多角柱であることを特徴とする筒内噴射型燃料噴射弁。

【請求項7】請求項3において、前記スプリッタは中心部分で分断されていることを特徴とする筒内噴射型燃料噴射弁。

【請求項8】吸気弁を通して空気を吸入する燃焼室と、この燃焼室の容積を変化させるピストンと、前記燃焼室内に空気の旋回流を発生させる旋回流生成手段と、

前記燃焼室に直接燃料を供給する筒内噴射型の燃料噴射弁であって、貫通力大の燃料噴霧と貫通力小の燃料噴霧とに分割して燃料を噴射する燃料噴射弁とを有し、前記燃料噴射弁から噴射される貫通力大の燃料噴霧を点火プラグ方向へ向けて噴射するように、且つ貫通力小の燃料噴霧を前記ピストン方向へ向けて噴射するように前記燃焼室に対し前記燃料噴射弁を配置し、前記空気の旋回流によって、前記貫通力大の燃料噴霧が前記プラグ側へ案内される様に構成した筒内噴射型内燃機関。

【請求項9】請求項8において、前記ピストンはフラットピストンであることを特徴とする筒内噴射型燃料機関。

【請求項10】2つの吸気弁を通して空気を吸入する燃焼室と、この燃焼室の容積を変化させるピストンを有し、前記燃焼室内に空気の旋回流を発生させる旋回流生成手段と、

前記2つの吸気弁の間に配置され、前記空気の旋回流が生成されている前記燃焼室に直接燃料を供給する燃料噴射弁であって、噴射される燃料噴霧を貫通力大の燃料噴霧と貫通力小の燃料噴霧とに分割して前記貫通力大の燃料噴霧を点火プラグまたは点火プラグ付近へ向けて、前記貫通力小の燃料噴霧を前記ピストンへ向けて噴射する燃料噴射弁とを有する筒内噴射型内燃機関。

【請求項11】ピストンにより、燃焼室の容積を変化させ、前記燃焼室内に順タンブル空気流を発生させ、点火プラグまたは点火プラグ付近へ向けて噴射される貫通力大の燃料噴霧と前記ピストンへ向けて噴射される貫通力小の燃料噴霧とに分割して噴射し、前記順タンブル空気流によって前記ピストンの方向から前記貫通力小の燃料噴霧を巻き上げて前記点火プラグ方向へ搬送し、前記点火プラグに点火して前記燃料噴霧を燃焼させる筒内噴射型内燃機関の燃焼方法。

【請求項12】請求項11のいずれかにおいて、前記燃焼室の上方から見た時、貫通力大の燃料噴霧のシリンダ周壁方向への広がり角度が貫通力小の燃料噴霧のシリンダ周壁方向への広がり角度より小さい筒内噴射型内燃機関の燃料噴射方法もしくは燃焼方法。

【請求項13】請求項8、10のいずれかにおいて、前記燃焼室の上方から見た時、貫通力大の燃料噴霧のシリンダ周壁方向への広がり角度が貫通力小の燃料噴霧のシリンダ周壁方向への広がり角度より小さくした筒内噴射型内燃機関。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、燃焼室に直接燃料を供給する技術に関する。

【0002】

【従来の技術】燃費の向上を図るためには成層リーンバーンが重要な燃焼方法である。この成層リーンバーンを実現させるためにはリッチ混合気を点火プラグ付近に集めることが必要であり、例えば特開平6-81651号公報や特開平6-81656号公報のような技術が知られている。

【0003】特開平6-81651号公報は、シリンダ内にタンブルを形成し、噴射された燃料をピストンに衝突させ、キャビティの壁でガイドし、タンブルでサポートして燃料を点火プラグに供給するものである。

【0004】また、噴霧の微粒化のためには旋回式燃料噴射弁を用いることが有効であり、この際の燃料噴霧は中空の円錐形状となる。図3は、これらを組み合わせた従来技術を示したものである。

【0005】特開平6-81656号公報は、シリンダ内にタンブルを形成し、燃料噴射弁の第1噴口からは点火プラグ方向へ、第2噴口からはタンブルの流れに沿った方向（吸気弁の直下を経て排気弁の直下近傍を狙い、且つシリンダ水平方向に対して若干斜め下の方向）への2方向に噴射するものである。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】これら燃料噴射技術においては、ピストン、シリンダ壁面あるいは点火プラグへの燃料付着が考慮されておらず、ピストンへの燃料付着が生じるため、付着燃料の不完全燃焼による排出HC（未燃炭化水素）を低減する上においては好ましくない。

【0007】本発明は、以上の問題点に鑑み成されたものである。

【0008】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、ピストンの移動により容積が変化する燃焼室内に空気の旋回流を発生させ、一方燃料噴射弁からの燃料噴霧を貫通力大の燃料噴霧と貫通力小の燃料噴霧とに分割し、前記貫通力大の燃料噴霧を点火プラグ方向または点火プラグ付近へ向けて、前記貫通力小の燃料噴霧を前記ピストン方向へ向けて直接前記燃焼室内に噴射する。

【0009】また上記目的を達成するため、弁座と協働して燃料噴口を開閉する弁体と、前記弁体に挿通され、燃料に旋回力を与える旋回素子と、前記弁座の下流に配設され、前記燃料噴口の中心から偏心した位置にスプリッタを備えた燃料噴霧分割手段とを有する筒内噴射型燃料噴射弁を用いる。

【0010】また上記目的を達成するため、弁座と協働して燃料噴口を開閉する弁体と、前記弁座に挿通され、燃料に旋回力を与える旋回素子と、前記弁座の下流に配設され、その燃料噴口に対向する部分が非等辺の山形に

形成されているスプリッタを備えた燃料噴霧分割手段とを有する筒内噴射型燃料噴射弁を用いる。

【0011】また上記目的を達成するため、弁座と協働して燃料噴口を開閉する弁体と、前記弁体の下流に設けられ、前記燃料噴口より大径の孔を有する燃料拡大手段と、前記燃料拡大手段の下流に設けられ、スリット状の孔を有する燃料案内手段と、前記燃料案内手段の下流に設けられ、前記燃料案内手段の前記スリット状の孔に対して直角に設けられた第1のスリット状の孔と前記第1のスリット状の孔と平行で前記第1のスリット状の孔より幅の大きな第2のスリット状の孔を備えた燃料噴霧手段とを有する筒内噴射型燃料噴射弁を用いる。

【0012】また上記目的を達成するため、2つの吸気弁を通して空気を吸入する燃焼室の容積を変化させるピストンと、前記燃焼室内に空気の旋回流を発生させる旋回流生成手段と、前記燃焼室に直接燃料を供給する筒内噴射型の燃料噴射弁であって、貫通力大の燃料噴霧と貫通力小の燃料噴霧とに分割して燃料を噴射する燃料噴射弁とを有し、前記燃料噴射弁から噴射される貫通力大の燃料噴霧を点火プラグ方向または点火プラグ付近へ向けて燃料を噴射するように、且つ貫通力小の燃料噴霧を前記ピストン方向へ向けて噴射するように前記2つの吸気弁の間に前記燃料噴射弁を配置した筒内噴射型内燃機関を用いる。

【0013】また上記目的を達成するため、2つの吸気弁を通して空気を吸入する燃焼室の容積を変化させるピストンを有し、前記燃焼室内に空気の旋回流を発生させる旋回流生成手段と、前記2つの吸気弁の間に配置され、前記空気の旋回流が生成されている前記燃焼室に直接燃料を供給する燃料噴射弁であって、噴射される燃料噴霧を貫通力大の燃料噴霧と貫通力小の燃料噴霧とに分割して前記貫通力大の燃料噴霧を点火プラグ方向または点火プラグ付近へ向けて、前記貫通力小の燃料噴霧を前記ピストン方向へ向けて噴射する燃料噴射弁とを有する筒内噴射型内燃機関を用いる。

【0014】また上記目的を達成するため、ピストンにより燃焼室の容積を変化させ、前記燃焼室内に順タンブルを発生させ、点火プラグ方向または点火プラグ付近へ向けて噴射される貫通力大の燃料噴霧と前記ピストン方向へ向けて噴射される貫通力小の燃料噴霧とに分割して噴射し、前記順タンブルによって前記ピストンの方向から前記貫通力小の燃料噴霧を巻き上げて前記点火プラグ方向へ搬送し、前記点火プラグに点火して前記燃料噴霧を燃焼させる。

【0015】この際燃焼室の方から燃料噴霧を観察すると、貫通力大の方が小の方より、シリンダ周壁方向への広がり角度が小さい。これにより必要な量の燃料がシリンダ内の特定領域に分散でき、着火性能を低下させることなく、超リーンバーン運転が可能となる。

【0016】

【発明の実施の形態】実施の形態を図1に示す。このエンジン300のピストン301はキャビティのないフラットな形状、燃焼室内の旋回流150は吸気弁から流入して排気弁、ピストンへと向かう順タンブルであり、噴射弁1は燃焼室の2つの吸気弁310の間に水平から約40度の角度で配置した構造である。噴霧100は点火プラグ方向に強い貫通力101、ピストン方向には弱い貫通力102を有する。噴霧の形成方法は後述する。

【0017】図2の燃焼圧力波形を用いてエンジンの動作を説明する。エンジンはピストンの上下運動により吸気、圧縮、爆発、排気の4行程をセットとして動作する。吸気行程では吸気弁310が開き、ピストンの下降と共に空気が燃焼室に流入する。この時、吸気弁上流に流れを制御する機構を設けることで燃焼室内に強い順タンブルを形成する。圧縮行程に入ると吸排気弁ともに閉じてピストンが上昇するため内部の空気が圧縮され燃焼室内圧力が上昇する。圧縮行程終了直前に点火を行い、爆発行程が始まると急激に燃焼室内圧力は上昇し、圧力に押されてピストンが下降し仕事をする。最後の排気行程では排気弁が開きピストンが上昇することで燃焼室内の燃焼ガスを排出する。

【0018】筒内噴射エンジンでは大別して成層燃焼と均質燃焼の2つの燃焼方法がある。成層噴射燃焼は、圧縮行程後半の加圧雰囲気中に燃料を噴射し、可燃混合気を点火プラグ付近に集合させて燃料噴霧を成層化し点火する燃焼方法である。燃料噴霧を成層化することで、燃焼室全体としては空燃比40程度の希薄な状態で燃焼できるので燃費を向上させることができる。

【0019】均質燃焼は、吸気行程中に燃料を噴射し均質に混合してから点火する燃焼方法である。燃焼室全体として空燃比が理論空燃比程度になるように燃料を噴射するので、成層リーンバーンに比べ、高出力運転を行うことができる。

【0020】図3は従来の中空円錐噴霧を加圧雰囲気中に噴射した図である。この場合、噴霧角の狭いコンパクトな噴霧(図19(b))が形成される。このような噴霧はキャビティピストンに噴霧を衝突させて成層化する場合には、キャビティ内に噴霧がおさまり成層化しやすいというメリットがあった。しかし、フラットピストンでは図4のように、順タンブルの旋回流150と衝突して干渉するため成層化が困難である。

【0021】図5は、図1の噴霧100をフラットピストンエンジンに適用し、タンブル(順タンブル)との関係を示したものである。まず噴霧100の内部へ旋回流150が導入される(A)。貫通力が強く、点火プラグ方向またはその周辺へ向かって噴射された噴霧は、タンブルのサポートなしでも点火プラグ付近に到達できるが、タンブルによって点火プラグへの到達をサポートされており、タンブルに乗って点火プラグへ搬送される(B)。また、ピストン方向へ向かって噴射された噴霧

は、タンブルが抵抗となってピストンへ向かう力が抑制されピストンへの到達が阻害されるので、ピストンへの燃料付着が低減される。ピストン方向への貫通力が弱まった噴霧は、タンブルによって巻き上げられ、点火プラグへ搬送される(C)。この時燃焼室上方から燃料噴霧を観察すると図1の下側図に示すように貫通力大の噴霧のシリンダ周壁方向への広がり角度 W_1 、貫通力小の噴霧広がり角度を W_2 とすると、 W_1 は2本の排気弁ステム間におさまる程度の噴霧角、 W_2 は2本の吸気弁ステム間に収まる程度の噴霧角であり、それらの関係は $W_1/W_2 = 1/3$ 程度となっている。貫通力大の噴霧の広がり角 W_1 は燃焼室内に噴霧が分散しすぎないように小さい値が望ましい。貫通力小の噴霧広がり角 W_2 は広くても貫通力がないためコンパクトにまとまる。よって、燃焼室内壁面への燃料付着量が抑えられる。

【0022】特開平6-81656号公報では、燃料噴霧がピストン方向へ向かうタンブルに乗ってしまい噴霧をピストン方向へ搬送し、その後点火プラグへ搬送するので、ピストンへの付着に関して考慮されていないのに対して、図5は、ピストン方向へ噴射された噴霧の抵抗(ブレイキ)としてタンブルを用いるので、上述のようにピストンへの燃料付着が低減される。

【0023】図6に従来のキャビティ付ピストンを用いたエンジンに従来の中空円錐噴霧を適用した場合の混合気挙動のシミュレーション結果を示す。計算条件は1400rpm、空燃比40である。ピストンキャビティ壁面に衝突した噴霧がピストンの上昇と共に点火プラグ付近へ押し上げられており、20° BTDCにならないと点火プラグへ混合気が到達しない。

【0024】図7にはフラットピストンに噴霧100に近い形状の噴霧を適用した場合の混合気挙動のシミュレーション結果を示す。計算条件は図6と同一である。

【0025】点火プラグ方向に向かう貫通力の強い噴霧は、順タンブルの流動と共に点火プラグに到達し、時間が経過すると噴霧とピストンの間に入り込んだ順タンブルによりピストン方向へ噴射された貫通力の小さい噴霧も点火プラグへ到達していることが分かる。つまり、噴射直後(40° BTDC)から点火プラグに混合気が到達し、TDCまでの長時間にわたって混合気が点火プラグの周辺に成層化している。

【0026】図8にクランク角度と点火プラグ付近混合気濃度の関係を示す。図6(従来)ではプラグ付近の混合気濃度はクランク角度に対して狭い範囲のピークを持っており、濃度が可燃範囲に入る短時間の間に点火する必要があった。図7(本発明)では点火プラグ付近の混合気濃度が長時間にわたって可燃範囲にあるため、点火時期に余裕を持たせることができる(つまり最適点火時期の選択に自由度が与えられる)。

【0027】図9に横軸に噴射時期、縦軸に点火時期を取った場合の燃焼安定範囲を示す。従来エンジンでは燃

費が最良になる点火時期での燃焼安定範囲701は非常に狭い。このため、噴射弁の機差や経時変化等の条件の変化に対応して燃焼を安定させるのは困難である。また、回転数が高くなると噴射から点火までのクランク角度が長く必要となる。これは、回転数の上昇によりピストンの動きが早くなるのに加え、雰囲気圧力の上昇により噴霧の速度が遅くなるためと考えられる。本発明では燃料安定範囲700は広くなるので噴霧等の条件が変動しても安定した燃焼を行うことが可能である。また、エンジンの回転数に依らず安定した燃焼を行うことが可能である。

【0028】図10は横軸にエンジン回転数、縦軸にクランク角度をとり、噴射から圧縮TDCまでに点火プラグ付近に可燃混合気が存在する領域を示している。従来例では可燃混合気が存在する領域710は狭く、回転数が上昇すると圧縮TDC近くにしなければ点火プラグ付近に可燃混合気が到達しないため、燃費の良い点火時期に点火できない。本発明では従来例と同様に雰囲気圧力の上昇により噴霧速度は遅くなるが、回転数の上昇と共に強くなる順タンブルにより噴霧の流れがサポートされ、結果的に噴霧が点火プラグに到達するまでの時間は回転数の影響を受け難い(711)。また、混合気が成層化している時間は図7に示したように長いので、図10のように回転数とクランク角度に対して広い領域で可燃混合気が点火プラグ付近に成層化されて燃焼安定性が向上し、燃費最良点火時期を選択することにより燃費を向上させることができる。

【0029】図11は、キャビティピストンを用いた従来エンジンと比較した燃費と空燃比の関係図である。本発明では、燃料が直接プラグへ向かうため従来より成層化の効率が良く、空燃比(A/F)の大きい(燃費の良い)領域で安定した燃焼を行うことができ、また、同じ空燃比でも前述のように最良燃費となる点火時期を選択できるため、空燃比の全領域にわたって燃費が向上する。また、ピストンで燃料をガイドしないため、ピストンへの燃料付着が低減され、噴霧の未燃焼による排出HCを低減することができる。

【0030】図12は均質運転時の燃焼室内の様子を表した図である。均質燃焼を行う高回転高出力時には、吸気行程中の強い旋回流の中に燃料を噴射する必要がある。従来は、中空円錐噴霧にキャビティピストンを用いており、左図のような双子渦が燃焼室に形成された。よって、噴射された燃料が流されて燃焼室吸気側に集中して均質に混合されず、出力が上がらない欠点があった。本発明はフラットピストン(または、順タンブルを阻害しないような形状であればキャビティを持つピストンでも良い)を用いているので、ピストンで旋回流が阻害されることはなく、燃焼室全体にわたって順タンブルが形成される。吸気弁から直下に向かう流れはあるが、貫通力が強い噴霧を用いるため噴霧が旋回流に打ち勝ち燃焼

室内全体に混合気が分布する。

【0031】このように、燃焼室全体を均質に混合させることで、図13のように出力向上を図ることができる。また、回転数が上昇すると共に空気流動は強くなるが、噴射期間も長くなるために噴霧の貫通力が増大し、混合が促進される。よって、回転数が上昇しても出力向上効果は維持される。

【0032】図12の左図のようなキャビティ付のピストンに本発明の筒内噴射型燃料噴射弁を用いた場合について考えると、本発明では噴霧が分割されているので、ピストン方向に向かう燃料噴霧は従来と比べて少量となり、ピストンへの燃料付着が低減される。また、プラグ方向へ向かう貫通力大の噴霧は吸気ポートから真下へ向かう流れに逆らうため空気との混合が促進され、従来の構成より燃焼室内を均質に混合することができ、出力向上効果が得られる。

【0033】図14は中空円錐噴霧を偏向させて点火プラグ方向に強くピストン方向へ弱い噴霧を形成した場合の例である。加圧雰囲気下でコンパクトな噴霧形状(図19(b))になるが、噴霧の一部がタンブルの力を借りて点火プラグ付近に到達できるため、従来のものより点火性能は改善される。また、噴霧の貫通力が小さいため、ピストンへの燃料の付着も低減できる。

【0034】図15にエンジンシステムを示す。電子制御絞弁901は、図示しないエアクリーナを通過した空気の空気量を高精度に制御している。その下流には旋回流生成機構900があり、これを電子制御することで運転条件に合わせた旋回流を燃焼室内に生成させることができる。これらの弁や、燃料噴射弁1はエンジンコントロールユニット(ECU)902によって制御されている。排気管には従来のポート噴射で用いられている三元触媒903と、空燃比の大きいリーン燃焼で多く発生するNOxを排除するリーンNOx触媒904を備えている。905、906は、O₂ センサまたはA/Fセンサである。

【0035】図16は燃料噴射弁1の燃料噴口付近の縦断面図と底面図である。燃料噴射弁1の先端は、弁体3と協働して噴射燃料量を制御する弁座7、燃料に旋回力を与える燃料旋回素子2、噴霧を分割するためのスプリッタ11、それを支えるスペーサ10から構成される。スプリッタ11は噴口中心から偏心量(オフセット)を持って配置されている。

【0036】この燃料噴射弁1の動作を説明する。通常、弁体3は弁座7に押さえつけられており、上部から流入する燃料をシールしている。噴射信号が入力されると弁体3が上昇し弁座7の間に間隙が形成され、噴射信号が切れると弁体3は弁座7に戻る。

【0037】次に、燃料の流れを説明する。燃料は上部から一定圧力で燃料噴射弁1に流入し、燃料旋回素子2に到達する。噴射信号により弁体3が上昇すると燃料が

流れ始め、噴射が開始される。燃料は燃料旋回素子2によって旋回力が与えられ、噴口8から噴射された噴霧は中空円錐形状となる。噴霧はスプレー10を通り、スプリット11に衝突することにより、中空円錐噴霧の一部が切り取られ、噴霧内部への空気流路101が形成される(図17)。

【0038】図17上図は雰囲気圧力が大気の場合の図である。このように空気流路101が形成されると噴霧の内外圧差がなくなり、噴霧は直線的に噴射方向に飛翔する。

【0039】しかし図17下図のような加圧下では、不均等に分割した噴霧のうち、貫通力大に分割された噴霧は内部に十分に空気が導入されるため直線的に飛翔するが、他方の貫通力小に分割された噴霧は内部への空気導入が不十分となるために内外圧差が発生し、噴霧は内部へ巻き込まれ、コンパクトな形状(図19(b))となる。

【0040】図18に撮影装置系を示す。(a)は平面図、(b)は側面図である。耐圧約1MPaの容器210に噴射弁1を取り付け、その内部に燃料を噴射する。出力3WのArレーザ200を2枚のシリンダリカルレンズを用いた光学系201によりシート状203にし、それを耐圧容器210のアクリル製の窓211を通して噴射弁中心軸を含む断面に照射する。噴霧100によるレーザの散乱光をレーザの平面と直角方向に配置した高速度ビデオカメラ220で、シャッター速度4500コマ/秒で撮影する。撮影した画像は高速度ビデオカメラの本体221を通してモニタ222に表示する。パルスジェネレータ230からの噴射信号(1ms)と同期して高速度ビデオカメラは撮影を開始し、噴射弁は駆動回路231で駆動され燃料を噴射する。燃料は燃料タンク240からポンプ241で加圧して噴射弁1へ送る。耐圧容器内は、圧縮行程の加圧雰囲気下を模擬した0.5MPa(絶対圧)にした場合と吸気行程噴射を模擬して0.1MPa(大気圧)にした場合の噴霧を観察する。容器内部は安全性を考慮して窒素ガス250を充填した。

【0041】図19に従来の旋回式噴射弁の噴霧写真、図20に本発明の噴霧写真(スプリットオフセット量=0)を示す。実際には、スプリットとして噴口下2mmの位置に幅2mm高さ0.5mm程度の板を設けた。(a)は雰囲気圧力0.1MPaの場合で、噴射開始から約1.8ms後の噴霧形状である。(b)は雰囲気圧力0.5MPaの場合で、噴霧の特徴が明確になる噴射開始から約4.0msの噴霧形状である。

【0042】従来噴霧は大気圧下では中空円錐形(図19(a))で、加圧雰囲気下では噴霧内部への空気のエントレイメントによりコンパクトな噴霧形状となっていることが分かる(b)。本発明の噴霧は大気圧下では図20(a)に示すような中空噴霧であるが、従来噴霧と比較すると噴霧角が広く貫通力が強くなっていることが

分かる。加圧雰囲気下(b)では圧力が抵抗となって噴霧の拡散が進み、噴霧角は大気と同等程度に広がっている。

【0043】図21に、噴射期間による噴霧角の変化を示す。噴霧角 α は噴霧形状の特徴をよく表すように、噴射終了直前において噴霧の巻き上げが生じる点での噴霧幅Wと噴霧巻き上げが生じる点までの噴霧の長さLから三角形を形成して図中の式により算出した。従来噴霧は大気中でも噴射期間が長くなると噴霧角が小さくなる傾向にある。加圧雰囲気下では大気と比較すると20~50%程度噴霧角が狭くなっている。本発明の噴霧は大気圧下と加圧下で、上記定義による噴霧角 α の変化は小さく、噴射期間の影響も小さい。

【0044】図22を用いて噴霧角の変化を説明する。大気圧下と加圧下で噴霧角の変化が小さいという現象は噴霧の内外圧差に起因する。噴霧の内外圧差は図中の式のようにベルヌーイの定理によって説明できる。

【0045】静止雰囲気中に噴射された噴霧は周囲の空気を引張りながら成長する。空気は引張られるとその部分の圧力が低下するが、従来噴霧の場合、噴霧外部は周囲から空気が補給される。しかし、噴霧内部には空気が補給されないため、噴霧内部圧力は低下する。噴霧100の噴霧内部圧力をP1、外部圧力をP2とすると $P2 > P1$ となり、圧力差により図中160のような力が生じ流れが形成される。

【0046】加圧雰囲気では圧力差が増大し、例えば、中空円錐噴霧において大気圧下での噴霧を基準に、雰囲気圧力0.5MPaでの噴霧の内外圧差を計算すると、約3.2倍の差があることが分かる。よって、加圧下では内部へ向かう力が大きくなるので、噴霧が内部に引き込まれて噴霧角が狭くなる。噴射期間が長くなる場合も同様で噴霧に引張られる空気量が増し、内外圧差が増加するため噴霧角が狭くなる。

【0047】本発明の噴霧では、スプリットで噴霧の一部を切り取り噴霧内部への空気導入路を形成することで、噴霧の内外圧差を低減している。内外圧差がなくなると160の流れは生じないため、噴射期間や雰囲気圧力によって噴霧角は変化しない。

【0048】図1のような噴霧100を作るにはスプリット11の位置を噴口8の中心からオフセットさせることで可能となる。図23は噴霧とスプリットの関係を噴射弁1下方から見た模式図である。噴霧100は中空円錐形状であり、噴霧はスプリット11によって分割される。このとき、スプリット11を図のように噴霧中心からオフセットさせた位置に配置すると、分割されて領域が大きく残った122の噴霧内部120にはスプリット11により形成された空気通路からの空気流入が充分でなく、噴霧の内外圧差が生じることになる。反対側121は内外圧差が無いため噴霧は直線的に成長するが、内外圧差ができる側は噴霧内部への流れが形成され、貫通

力が小さくなり、図23右図のような噴霧となる。

【0049】図23において、噴霧の長い方(貫通力大の方)の長さを L_a 、短い方(貫通力大の小)の長さを L_b とすると、 L_b とスプリックオフセット量の関係は図24のようになる。オフセットがない場合は左右均等な噴霧となるため、 $L_a = L_b$ となり、オフセット量が大きくなるに従い内部120への空気導入が困難になるため L_b が減少する。ここで、オフセットが少なく L_b の貫通力が大きいとピストンへの燃料付着量が増加し、反対にオフセットが多いと L_b は低減できるが、プラグへ向かう燃料量が減少するため燃焼安定性が悪化する。以上を参考にしてオフセット量を決定する必要がある。

【0050】図25に噴口8、スペーサ10、スプリック11の寸法の関係を示す。噴口8の直径を a 、スペーサ10の空洞径を b 、厚みを c 、スプリックの厚みを d 、太さを e 、噴口中心からのオフセット量を f 、噴射される噴霧の角度を α (図21で定義)、噴霧角の頂点から噴口8出口までの距離を x とした。これらの寸法は図中の式を満たす必要がある。式1はスペーサの穴径 b を規定しており、噴口径 a と噴霧角 α から噴霧がスペーサと干渉しない寸法でなければならない。式2はスプリックの幅 e を噴霧角とスペーサの厚みから算出している。スプリックの幅はスプリックに到達したときの噴霧径よりも小さい値でなければならない。式3はスプリックのオフセット量 f であり、これが噴霧径とスプリックの幅から噴霧を分割できるところに配置できる値でなければならない。式4は他の式で用いた x の計算式である。

【0051】図26は、スプリック11を片持ち梁を2本用いた形状にしたものである。このような形状でも噴霧を分割する事が可能であり、更にスプリック11に付着する燃料量を低減できるメリットがある。また、スプリック11の断面形状は四角柱以外に多角柱(三角柱を含む)や円柱が考えられる。四角柱と比較して三角柱や円柱では流れに与える抵抗が少なく分離することが可能であり、エネルギーの損失を低減できる。

【0052】また、図27のようにスプリック11の形状を応用すると、スプリック11をオフセットさせなくても噴霧に貫通力の大小を持たせることが可能である。このスプリック11の断面形状は三角形の最も長い辺を噴射弁底面と角度(この図では45度)を持って配置している。これによって、最終的に噴霧を大小に分割することができ、貫通力に違いを与えることが可能となる。この図では、左側の噴霧が貫通力大である。

【0053】図28は、スプリックを3つ設けた場合であり、3つに分割した1つの辺を点火プラグ方向へ向けて使用することで見かけの L_a/L_b を大きくできる。

【0054】図29に示すように噴射弁の先端に厚さ数百ミクロン程度の厚みの板を数枚取り付け、板400には数ミリの円形の穴401を、板410には数百ミクロ

ン×数ミリの長いスリット411を、板420にはスリット411と直角方向に数ミリ×数百ミクロンのスリット421とそれより幅の狭いスリット422を設けた。これらのスリットを介すことで燃料は微粒化され、スリットの幅により421は流量が多く貫通力が強くなり、422は流量が少なく貫通力を弱くできる。

【0055】図30はディーゼルエンジンの噴射弁のように、噴射弁内部に燃料を溜めるサック500を持たせ、サック500から外部に通じる径の大きい噴口501と径の小さい噴口502を設けた構造である。これも噴口径を不均等にすることで、燃料流量を変化させて噴霧の形状に貫通力の大小を持たせることができる。噴口501側の噴霧が貫通力大、噴口502側の噴霧が貫通力小である。

【0056】このように、従来の旋回微粒化式噴射弁の先端にスプリックを設ける等して燃料噴霧を分割するという簡単な構成で、加圧雰囲気下でも広い噴霧角を維持し、点火プラグ方向に強い貫通力、ピストン方向に弱い貫通力を持った噴霧を形成することができる。この噴霧をフラットピストンを用いた筒内噴射エンジンに適用することで、燃焼安定性と燃費を向上させ、排出HCを低減し、高回転域での成層化を達成できる。

【0057】

【発明の効果】ピストンへの燃料付着を低減できる。これによって排出HCを低減し、燃費を向上するという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】内燃機関断面図(1)。

【図2】エンジン動作説明図。

【図3】内燃機関断面図(2)。

【図4】内燃機関断面図(3)。

【図5】噴霧と旋回流の関係。

【図6】混合気分布計算結果(1)。

【図7】混合気分布計算結果(2)。

【図8】プラグ近傍空燃比の変化。

【図9】燃焼安定範囲。

【図10】回転数とプラグ近傍空燃比の関係。

【図11】空燃比と燃費の関係。

【図12】内燃機関断面図(4)。

【図13】回転数と出力の関係。

【図14】内燃機関断面図(5)。

【図15】システム図。

【図16】燃料噴射弁断面図(1)。

【図17】噴霧斜視図。

【図18】噴霧撮影装置。

【図19】噴霧断面形状(1)。

【図20】噴霧断面形状(2)。

【図21】噴射期間と噴霧角の関係。

【図22】噴霧角変化の説明図。

【図23】噴霧形状模式図(1)。

【図24】スプリットオフセット量と燃焼の関係。

【図25】燃料噴射弁寸法関係図。

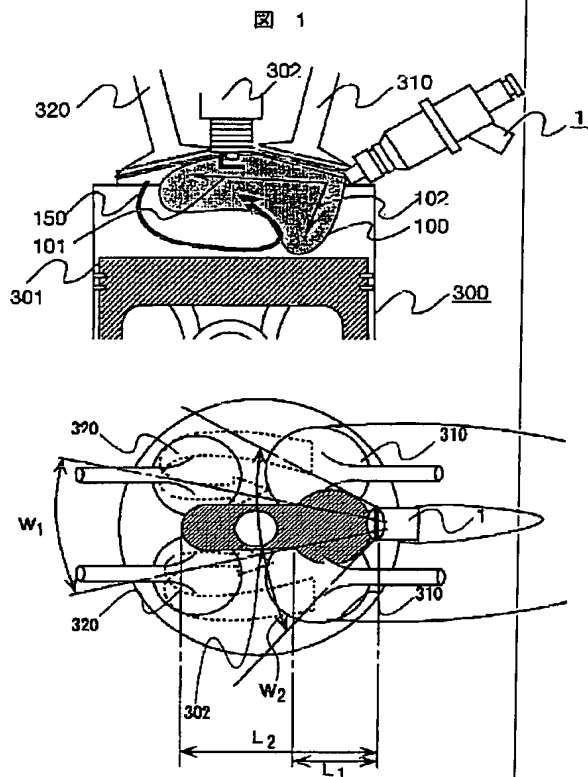
【図26】燃料噴射弁断面図(2)。

【図27】スプリット配置図(1)。

【図28】スプリット配置図(2)。

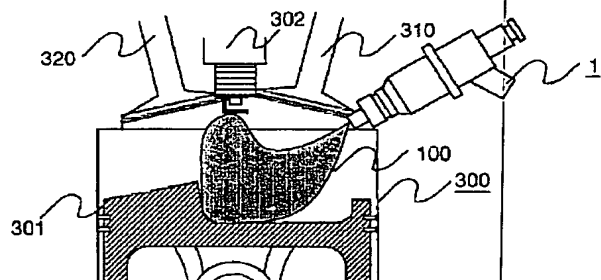
【図39】燃料噴射弁断面図(3)。

【図1】



【図3】

図 3



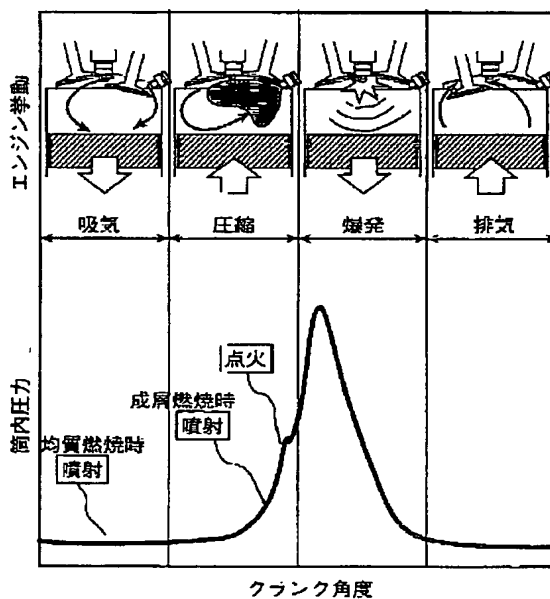
【図30】燃料噴射弁断面図(4)。

【符号の説明】

1…燃料噴射弁、2…燃料旋回素子、3…弁体、10…スペーサ、11…スプリット、100…燃料噴霧、150…旋回流、300…内燃機関、301…ピストン、302…点火プラグ、310…吸気弁、320…排気弁。

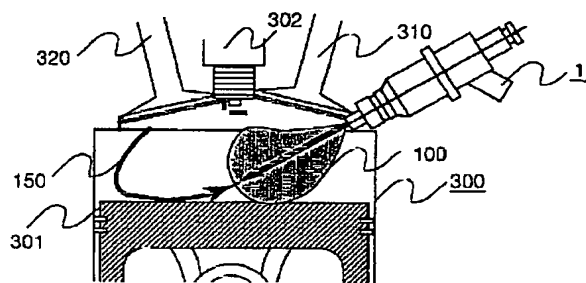
【図2】

図 2

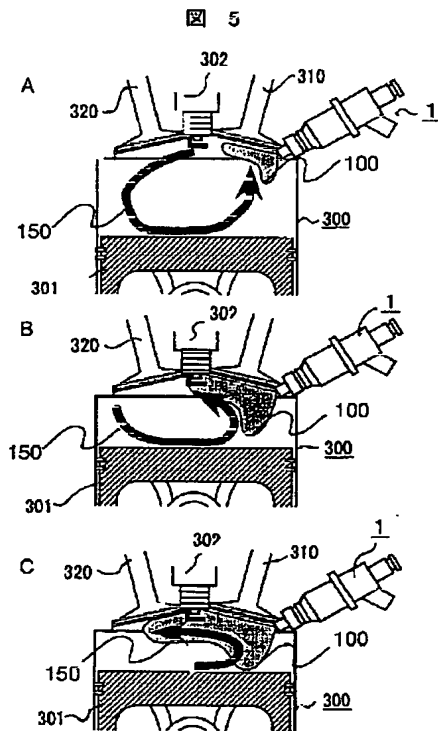


【図4】

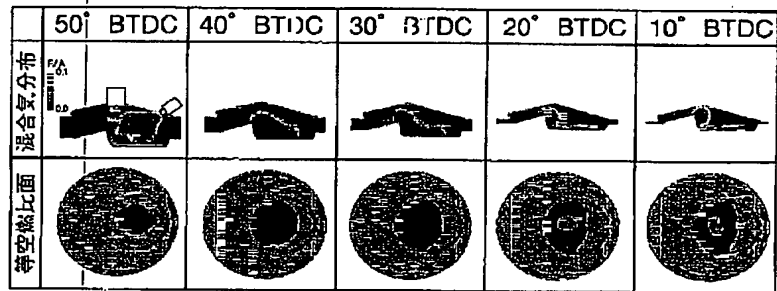
図 4



【図5】

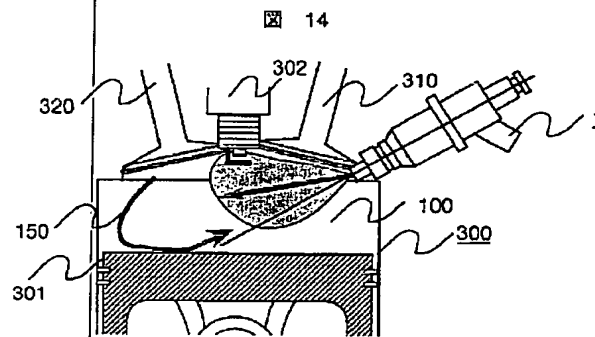


【図6】

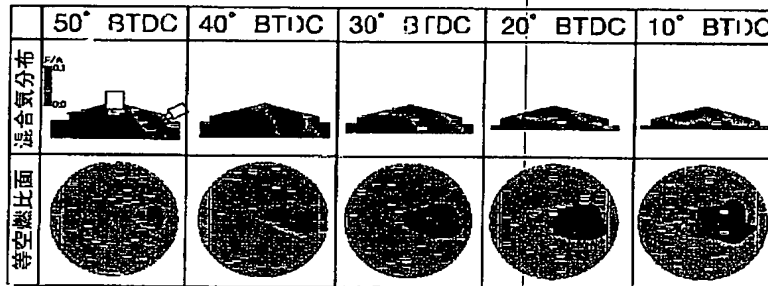


9 図

【図14】

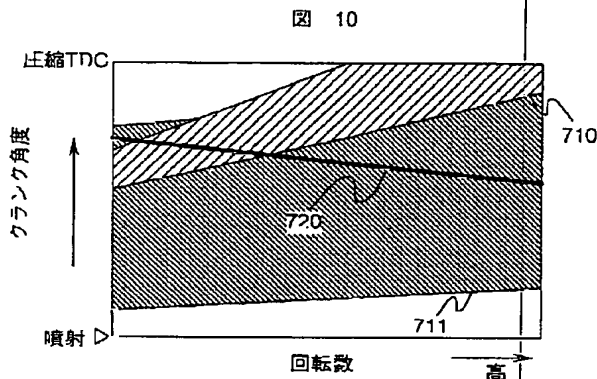


【図7】

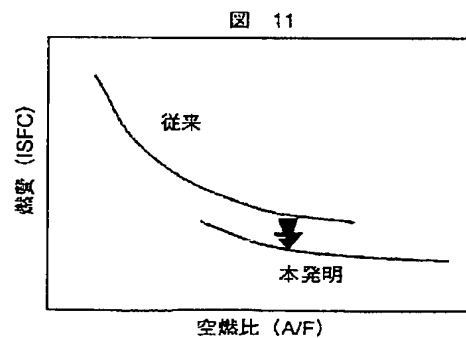


7 図

【図10】

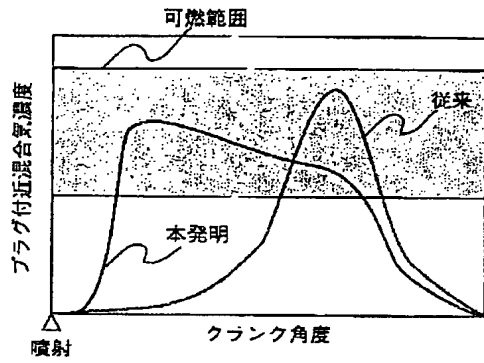


【図11】



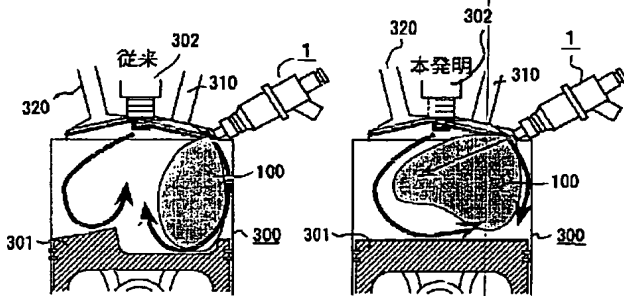
【図8】

図 8



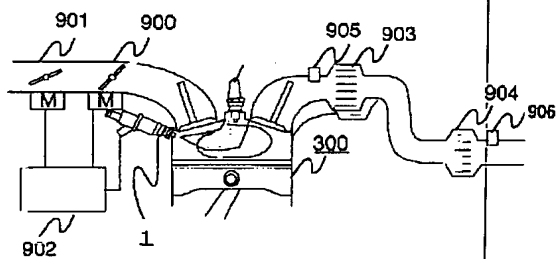
【図12】

図 12



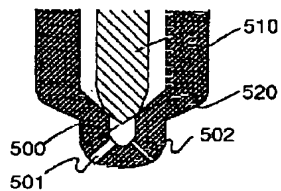
【図15】

図 15



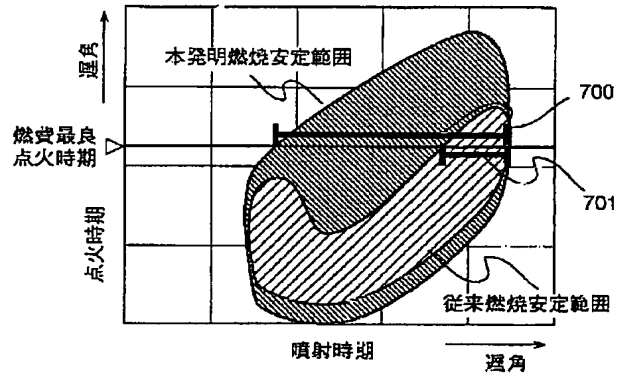
【図30】

図 30



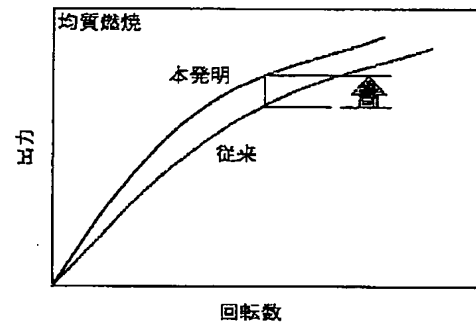
【図9】

図 9



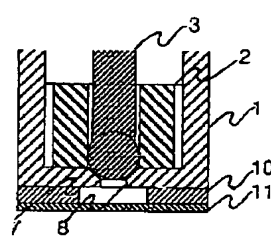
【図13】

図 13



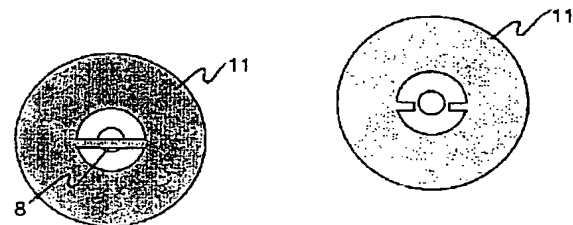
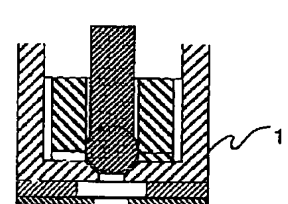
【図16】

図 16

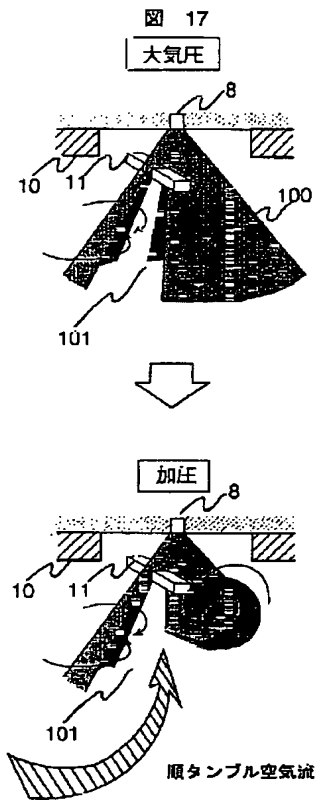


【図26】

図 26

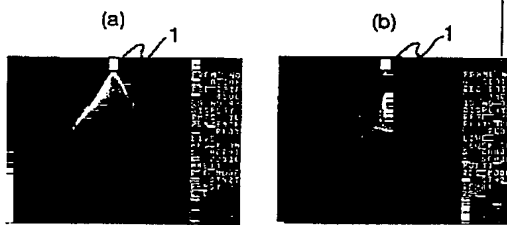


【図17】



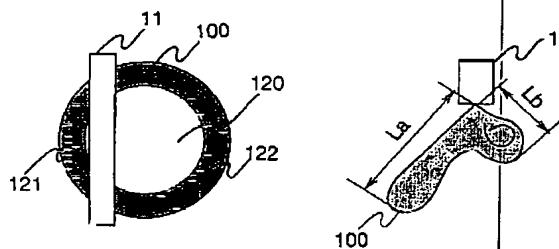
【図19】

図 19



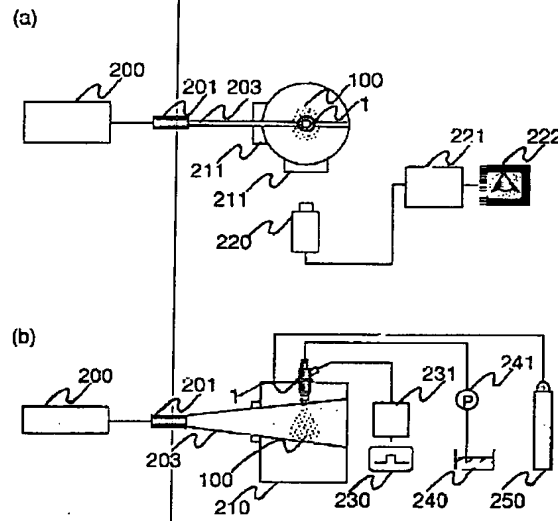
【図23】

図 23



【図18】

図 18



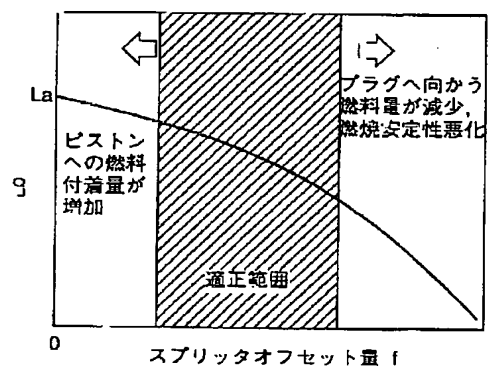
【図20】

図 20

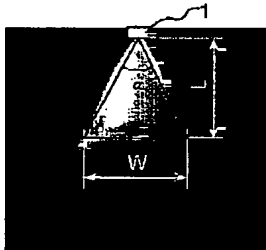
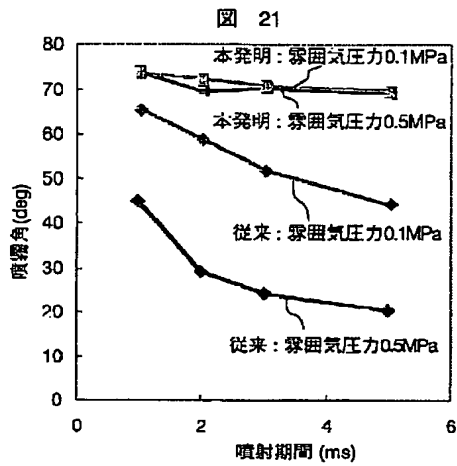


【図24】

図 24

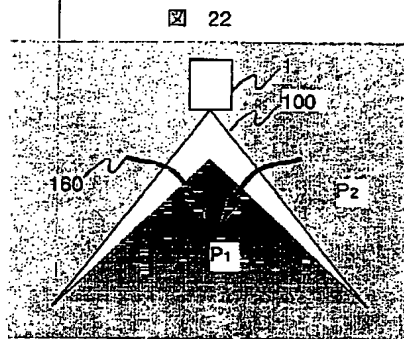


【図21】



$$\text{噴霧角 } (\alpha) = 2 \times \tan^{-1} \frac{W}{2L}$$

【図22】



ベルヌーイの定理

$$\frac{\rho v^2}{2} + P + \rho g z = \text{const}$$

$$\frac{\rho v_1^2}{2} + P_1 = \frac{\rho v_2^2}{2} + P_2$$

 $v_2 = 0$ より

$$P_2 - P_1 = \frac{\rho v_1^2}{2}$$

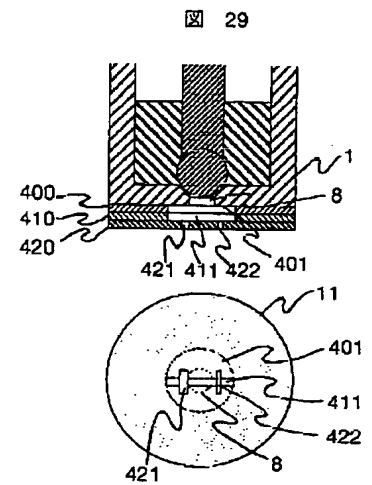
例

	密度	速度
大気圧	ρ	v
加圧(0.5MPa)	5ρ	$0.8v$

$$\text{大気圧} \quad P_2 - P_1 = \frac{\rho v^2}{2} = 1 \times \frac{\rho v^2}{2}$$

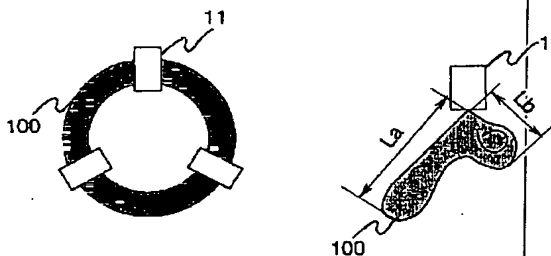
$$\text{加圧} \quad P_2 - P_1 = \frac{5\rho \times (0.8v)^2}{2} = 3.2 \times \frac{\rho v^2}{2}$$

【図29】



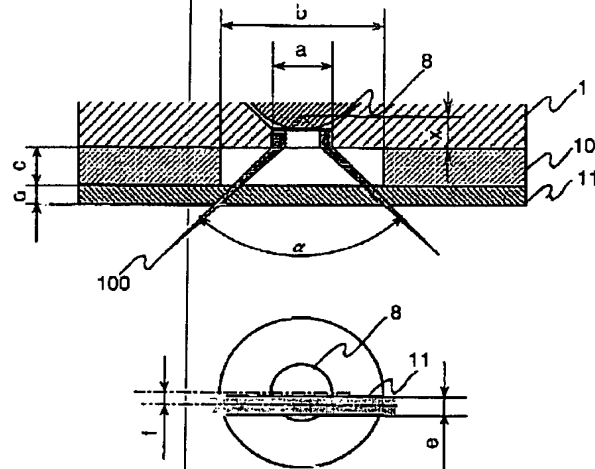
【図28】

図 28



【図25】

図 25



$$b > 2(x + c) \tan \frac{\alpha}{2} \quad \dots 1$$

$$e < 2(x + c) \tan \frac{\alpha}{2} \quad \dots 2$$

$$f < (x + c) \tan \left(\frac{\alpha}{2} \right) - \frac{e}{2} \quad \dots 3$$

$$x = \frac{a}{2 \tan \frac{\alpha}{2}} \quad \dots 4$$

【手続補正書】

【提出日】平成10年12月9日(1998. 12. 9)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】図面の簡単な説明

【補正方法】変更

【補正内容】

【図面の簡単な説明】

【図1】内燃機関断面図(1)。

【図2】エンジン動作説明図。

【図3】内燃機関断面図(2)。

【図4】内燃機関断面図(3)。

【図5】噴霧と旋回流の関係。

【図6】混合気分布計算結果(1)。

【図7】混合気分布計算結果(2)。

【図8】プラグ近傍空燃比の変化。

【図9】燃焼安定範囲。

【図10】回転数とプラグ近傍空燃比の関係。

【図11】空燃比と燃費の関係。

【図12】内燃機関断面図(4)。

【図13】回転数と出力の関係。

【図14】内燃機関断面図(5)。

【図15】システム図。

【図16】燃料噴射弁断面図(1)。

【図17】噴霧斜視図。

【図18】噴霧撮影装置。

【図19】噴霧断面形状(1)。

【図20】噴霧断面形状(2)。

【図21】噴射期間と噴霧角の関係。

【図22】噴霧角変化の説明図。

【図23】噴霧形状模式図(1)。

【図24】スプリットオフセット量と燃焼の関係。

【図25】燃料噴射弁寸法関係図。

【図26】燃料噴射弁断面図(2)。

【図27】スプリット配置図(1)。

【図28】スプリット配置図(2)。

【図29】燃料噴射弁断面図(3)。

【図30】燃料噴射弁断面図(4)。

【符号の説明】

1…燃料噴射弁、2…燃料旋回素子、3…弁体、10…スパーサ、11…スプリット、100…燃料噴霧、150…旋回流、300…内燃機関、301…ピストン、3

02…点火プラグ、310…吸気弁、320…排気弁。

フロントページの続き

(51)Int.Cl.⁷
F02M 61/18 識別記号
360FI
F02M 61/18 360J (参考)(72)発明者 野木 利治
茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株
式会社日立製作所日立研究所内(72)発明者 助川 義寛
茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株
式会社日立製作所日立研究所内(72)発明者 白石 拓也
茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株
式会社日立製作所日立研究所内(72)発明者 木原 裕介
茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株
式会社日立製作所日立研究所内(72)発明者 徳安 昇
茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株
式会社日立製作所日立研究所内Fターム(参考) 3G023 AA02 AA04 AB03 AC05 AD03
AD07 AD09 AE05
3G066 AA02 AA03 AB02 AD12 CC22
CC32 CC37 CC43 CC48 DC24